

BEST AVAILABLE COPY

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 09198000

(43)Date of publication of application: 31.07.1997

(51)Int.Cl.

G09G 3/20
G09G 3/36
G09G 5/00
G09G 5/10
H04N 1/46
H04N 9/64
H04N 9/66

(21)Application number: 08010302

(71)Applicant:

NIPPON HOSO KYOKAI <NHK>

(22)Date of filing: 24.01.1996

(72)Inventor:

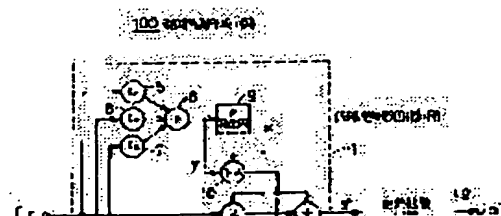
KURITA TAIICHIROU
ISHII KEIJI
YAMAGUCHI KOICHI
KOBAYASHI KIICHI
KOKUBU HIDEKI
YAMAMOTO TOSHIHIRO
MAJIMA KEIZO

(54) GRADATION DISPLAY CONTROLLER

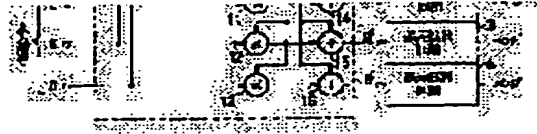
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To relieve picture quality disturbance in a dot pattern shape of a specific color when gradations that can not be displayed originally are artificially displayed by variation in spatial density of gradations to be displayed by lowering the saturation of a part which is extremely low in the luminance of an image and then making an artificial gradation display.

SOLUTION: An artificial gradation generating circuit



100 consists of a low-luminance achromatic image forming circuit 1 which makes the low-luminance part of an image achromatic and error diffusing circuits 2-4 which are provided individually by G, B, and R signals. Then the G, B, and R signals are inputted and the low luminance part of the image is made achromatic; and then error-diffused G', B', and R' signals are generated and supplied to an image display device. Namely, the artificial gradation display is made after the saturation of the part of the image where the luminance is extremely low is decreased. The error diffusing circuits 2-4 vary the spatial density of gradations to be displayed according to errors between lightness gradations that can be displayed by the image display device.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	01.10.1997
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	16.05.2000
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

[MENU](#)
[SEARCH](#)
[INDEX](#)
[DETAIL](#)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-198000

(43) 公開日 平成9年(1997)7月31日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 9 G 3/20		4237-5H	G 0 9 G 3/20	K
3/36			3/36	
5/00	5 2 0	9377-5H	5/00	5 2 0 J
5/10		9377-5H	5/10	B
H 0 4 N 1/46			H 0 4 N 9/64	F

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-10302

(22) 出願日 平成8年(1996)1月24日

(71) 出願人 000004352

日本放送協会

東京都渋谷区神南2丁目2番1号

(72) 発明者 栗田 泰市郎

東京都世田谷区砦一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 石井 啓二

東京都世田谷区砦一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 山口 孝一

東京都世田谷区砦一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 三好 秀和 (外8名)

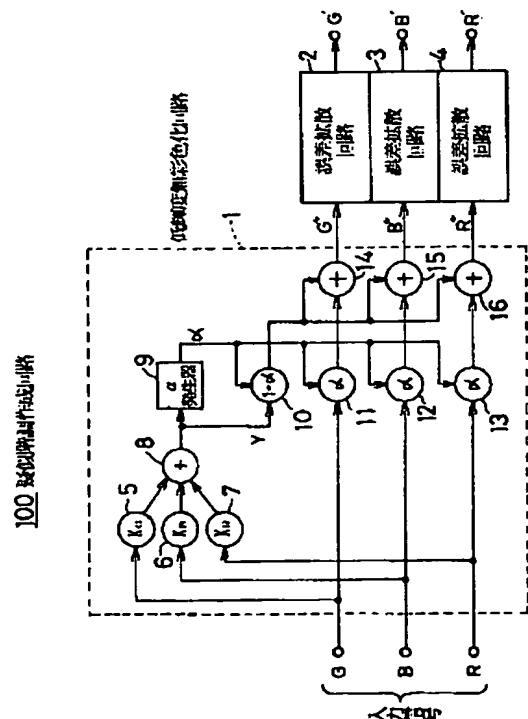
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 階調表示制御装置

(57) 【要約】

【課題】 本来表示できない階調を、表示する階調の空間的密度の変化により疑似的に表示させる際、特定の色のドットパターン状の画質妨害を緩和させる。

【解決手段】 G信号に係数 K_G を掛ける K_G 乗算器5と、B信号に係数 K_B を掛ける K_B 乗算器6と、R信号に係数 K_R を掛ける K_R 乗算器7と、乗算器5, 6, 7の出力を加算してY信号を生成する加算器8と、Y信号の値に応じた係数 α を出力する α 発生器9と、この係数 α と前記Y信号とを入力して係数 $1-\alpha$ をY信号に掛ける $1-\alpha$ 乗算器10と、G, B, R信号に対して係数 α を掛ける α 乗算器11, 12, 13と、各 α 乗算器11, 12, 13の出力に対して $1-\alpha$ 乗算器10の出力を加算して G'' , B'' , R'' 信号を生成して誤差拡散回路2, 3, 4に出力する加算器14, 15, 16と、得られた画像の明るさの階調と、前記画像表示装置で表示可能な明るさ階調間の誤差に応じて表示する階調の空間的密度を変化させる誤差拡散回路2, 3, 4とを具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像表示装置に表示すべき画像の輝度にほぼ応じた輝度相当値を算出する輝度算出手段と、算出された輝度相当値が所定レベルより低い画像部分の彩度を低下させる手段と、

この彩度低下手段により得られた画像の明るさの階調と、前記画像表示装置で表示可能な明るさ階調間の誤差に応じて表示する階調の空間的密度を変化させる手段と、

を有することを特徴とする階調表示制御装置。

【請求項2】 請求項1記載の階調表示制御装置において、

前記画像表示装置の画素がG1（緑）、G2（緑）、B（青）、R（赤）の3色の4つの画素を単位として構成されている場合に、

前記輝度算出手段は、G1画素とそれに隣接したB画素、R画素に対応する画像信号値からそれらに応じた輝度Y1を算出する手段と、G2画素とそれに隣接した前記G1画素の場合と共通のB画素、R画素に対応する画像信号値からそれらに応じた輝度Y2を算出する手段と、算出された輝度Y1と輝度Y2の平均輝度Y3を算出する手段とから成り、

前記彩度低下手段は、算出された輝度Y1の値に応じてG1画素に表示する信号値を制御する手段と、算出された輝度Y2の値に応じてG2画素に表示する信号値を制御する手段と、算出された輝度Y3の値に応じてB画素、R画素に表示する信号値を制御する手段とから成ることを特徴とする階調表示制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラズマディスプレイパネル（PDP）や液晶ディスプレイ等の画像表示装置のように装置の性能等の理由により表示可能な明るさの階調を十分に確保しにくい場合にも効果的に階調表示制御を可能にした階調表示制御装置に関する。

【0002】【発明の概要】この発明は、少ない明るさの階調数で画像を表示する際に、その画像表示装置では本来表示できない階調を、表示する階調の空間的密度の変化により疑似的に表示させるもので、画像の輝度が非常に低い部分の彩度を低下させてから、表示する階調の空間的密度を変化させる疑似的階調表示技術を用いることにより、この種の表示装置に表示された画像の暗部で生じることのある、特定の色のドットパターン状の画質妨害を緩和させるものである。

【0003】

【従来の技術】表示可能な明るさの階調数が少ない画像表示装置において自然な階調表示を得るために、より多数の階調を疑似的に表示させる技術は既に多数提案され、実用化されている。代表的なものとしてディザ法、誤差拡散法、フレーム（フィールド）間変調法などがあ

る。これらの内容を解説した文献は多数あるが、例えば以下のものがある。

【0004】文献1：小林、上原、中門、「誤差拡散法で512色表示液晶を1670万色に、専用LSI開発」、日経エレクトロニクス、no.615(1994.8.22)。

【0005】これらの方法では、表示可能な階調の空間的密度や時間的密度を変化させて表示することにより、疑似的に中間の階調を表示させている。しかし、文献1にも記載されているように、時間的密度を変化させる方法は画面のフリッカの原因となりやすいため、現在は空間的な密度を変化させる方法、もしくは両者を混合的に用いる方法が主流である。空間的密度を変化させる方法の中でも誤差拡散法は特に性能がよいとされ、近年多用されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、本発明者の誤差拡散法による実験結果によれば、画像の輝度がある程度以上高い場合はほぼ問題ないが、画像の非常に暗い部分では入力画像が無彩色でない場合に特定の色のドット状のパターンが表示されることが確認された。このパターンは視覚的に目立ち、画質妨害として感じられることが判明した。

【0007】本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、本来表示できない階調を、表示する階調の空間的密度の変化により疑似的に表示させる場合にあっては特定の色のドットパターン状の画質妨害の発生を緩和させることのできる階調表示制御装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項1の発明は、画像表示装置に表示すべき画像の輝度にほぼ応じた輝度相当値を算出する輝度算出手段と、算出された輝度相当値が所定レベルより低い画像部分の彩度を低下させる手段と、この彩度低下手段により得られた画像の明るさの階調と、前記画像表示装置で表示可能な明るさ階調間の誤差に応じて表示する階調の空間的密度を変化させる手段と、を有することを特徴としている。

【0009】請求項2の発明は、請求項1記載の階調表示制御装置において、前記画像表示装置の画素がG1（緑）、G2（緑）、B（青）、R（赤）の3色の4つの画素を単位として構成されている場合に、前記輝度算出手段は、G1画素とそれに隣接したB画素、R画素に対応する画像信号値からそれらに応じた輝度Y1を算出する手段と、G2画素とそれに隣接した前記G1画素の場合と共通のB画素、R画素に対応する画像信号値からそれらに応じた輝度Y2を算出する手段と、算出された輝度Y1と輝度Y2の平均輝度Y3を算出する手段とから成り、前記彩度低下手段は、算出された輝度Y1の値に応じてG1画素に表示する信号値を制御する手段と、

算出された輝度Y2の値に応じてG2画素に表示する信号値を制御する手段と、算出された輝度Y3の値に応じてB画素、R画素に表示する信号値を制御する手段とから成ることを特徴としている。

【0010】上記各請求項の構成によれば、色に対する視覚の空間周波数特性は明暗に対する特性よりも狭帯域であるという人間の視覚特性や、輝度（視感反射率）が低い物体は通常彩度も低いという経験的事実を利用して、画像の輝度が非常に低い部分の彩度を低下させてから、誤差拡散法等の空間的な疑似階調表示方法を用いることにより、特定の色のドット状のパターンの表示が抑制され、画質妨害が防止されている。

【0011】

【発明の実施の形態】

<全体構成>図1は本発明に係る階調表示制御装置の主要構成部分となる疑似階調作成回路の一実施の形態を示している。この疑似階調作成回路の入力信号は、G

(緑)、B(青)、R(赤)の3原色画像信号であり、各信号は0～255の256階調を持つものとする。また、これらG、B、R信号はガンマ補正がされていない信号（その値が表示すべき光の明るさに対してリニアな信号）とする。一般のテレビ信号では通常ガンマ補正がされているが、その場合は、図1の装置の前にガンマ補正の逆処理を行う回路をG、B、R信号にそれぞれ設けることによりリニアな信号となる。また、G、B、R信号の走査は、通常の左から右、上から下とする。

【0012】図1に示すように、この疑似階調作成回路100は、画像の低輝度部分を無彩色化するための低輝度無彩色化回路1と、G、B、R信号各別に設けられた誤差拡散回路2、3、4とから構成され、G、B、R信号を入力して画像の低輝度部分を無彩色化した後、誤差拡散されたG'、B'、R'信号を生成して、図示していない画像表示装置に供給する。表示装置では、G'、B'、R'信号の値に応じた明るさで画像が表示される。従って、このG'、B'、R'信号の各値は、利用する表示装置において表示可能な値でなければならない。例えば、64階調の表示装置であれば、G'、B'、R'信号として64種類の値のみが許される。

【0013】《低輝度無彩色化回路1》前記低輝度無彩色化回路1は、G信号に係数 K_G を掛ける K_G 乗算器5と、B信号に係数 K_B を掛ける K_B 乗算器6と、R信号に係数 K_R を掛ける K_R 乗算器7と、これら乗算器5、6、7の出力を加算してY信号を生成する加算器8と、加算器8から出力されるY信号の値に応じた係数 α を出力する α 発生器9と、この係数 α と前記Y信号とを入力して係数 $1-\alpha$ をY信号に掛ける $1-\alpha$ 乗算器10と、G、B、R信号に対して α 発生器9から出力される係数 α を掛ける α 乗算器11、12、13と、各 α 乗算器11、12、13の出力に対して $1-\alpha$ 乗算器10の出力を加算してG''、B''、R''信号を生成してそれぞれ誤

差拡散回路2、3、4に出力する加算器14、15、16とを備えている。

【0014】次に、低輝度無彩色化回路1の動作を説明する。

【0015】低輝度無彩色化回路1に入力されたG信号は K_G 乗算器5と α 乗算器11に、B信号は K_B 乗算器6と α 乗算器12に、R信号は K_R 乗算器7と α 乗算器13に各々供給される。各乗算器5、6、7に入力されたG、B、R信号には、各々係数 K_G 、 K_B 、 K_R が乗じられた後、加算器8で加算されてY信号となる。すなわち、加算器8から出力されるY信号の値は、

$$Y = K_G \times G + K_B \times B + K_R \times R \quad \dots(1)$$

となる。係数 K_G 、 K_B 、 K_R の値は、Y信号が画像の輝度にほぼ応じた値（特許請求の範囲でいう「輝度相当値」を示す。以下、これを単に輝度Yと呼ぶ）となるように設定する。例えば、入力信号G、B、Rがハイビジョン信号であれば、 $K_G = 0.701$ 、 $K_B = 0.087$ 、 $K_R = 0.212$ でなければYは正確には輝度とは言えないが、本発明にはそれほどの厳密性は必要なく、多少誤差はあってもより実現しやすい値でよい。例えば、以下の例においては、

$$K_G = 12/16$$

$$K_B = 1/16$$

$$K_R = 3/16 \quad \dots(2)$$

とする。これらの係数はデジタル回路においてビットシフトと加算により容易に実現することができる。

【0016】加算器8から出力されたY信号は α 発生器9と $1-\alpha$ 乗算器10に入力される。 α 発生器9ではY信号の値に応じて係数 α を発生する。Y信号から係数 α への変換特性の1例を図2に示す。この特性はY信号の値がしきい値 Y_{th} 以下ではY信号に比例して α が0～1まで変化し、しきい値 Y_{th} 以上では $\alpha = 1.0$ で一定となる特性である。

【0017】 α 発生器9で発生された係数 α は $1-\alpha$ 乗算器10、および各 α 乗算器11、12、13に入力される。 $1-\alpha$ 乗算器10ではY信号に係数 $1-\alpha$ を乗じる。各 α 乗算器11、12、13では入力されたG、B、R信号に係数 α を各々乗じる。 $1-\alpha$ 乗算器10の出力と α 乗算器11の出力は加算器14で、 $1-\alpha$ 乗算器10の出力と α 乗算器12の出力は加算器15で、 $1-\alpha$ 乗算器10の出力と α 乗算器13の出力は加算器16でそれぞれ加算され、G''、B''、R''信号となる。すなわち、

$$G'' = \alpha G + (1-\alpha) Y \quad \dots(3)$$

$$B'' = \alpha B + (1-\alpha) Y \quad \dots(4)$$

$$R'' = \alpha R + (1-\alpha) Y \quad \dots(5)$$

となる。

【0018】このようにして、低輝度無彩色化回路1では、入力されたG、B、R信号の低輝度部分を無彩色化したG''、B''、R''信号を生成する。式(3)～(5)か

ら明らかなように、係数 α の値が小さいほど、 G'' 、 B'' 、 R'' 信号により表示される画像は無彩色に近くなる。そのような係数 α は、図2の特性から輝度 Y が低い場合にのみ生じることになる。ただし係数 α がいかなる

$$\begin{aligned} & K_G \times G'' + K_B \times B'' + K_R \times R'' \\ &= \alpha (K_G \times G + K_B \times B + K_R \times R) \\ &\quad + (1 - \alpha) Y (K_G + K_B + K_R) \\ &= \alpha Y + (1 - \alpha) Y = Y \end{aligned} \quad \dots(6)$$

となるので、係数 α の値に関わらず一定である。

【0019】 G'' 、 B'' 、 R'' 信号は各々誤差拡散回路2、3、4に入力される。誤差拡散回路2、3、4は G'' 、 B'' 、 R'' 信号を表示装置において表示可能な値を持つ G' 、 B' 、 R' 信号に変換する。このとき、出力される G' 、 B' 、 R' 信号は入力された G'' 、 B'' 、 R'' 信号との間の誤差に応じて各値の空間的密度が変化する。

【0020】《誤差拡散回路2、3、4》図3は誤差拡散回路2、3、4の一例を示す構成図である。

【0021】この誤差拡散回路2、3、4の入力信号 P は、図1では G'' 、 B'' 、 R'' 信号のいずれかに相当する。同様に出力信号 P' は G' 、 B' 、 R' 信号のいずれかに相当する。

【0022】この誤差拡散回路2、3、4はそれぞれ、入力信号 P と後述する累積誤差信号 e とを加算する加算器21と、この加算器21の出力を上位 M ビットと下位 $\{(N-M)+L\}$ ビットに分割するビット分割器22と、ビット分割器22で分割された下位ビットを誤差信号 e' として入力して1クロック分遅延する1クロックディレイ(D)23と、ビット分割器22で分割された下位ビットを誤差信号 e' として入力して(1ライン-1クロック)分遅延する(1ライン-1クロック)ディレイ(H-D)24と、(1ライン-1クロック)ディレイ24の出力をさらに1クロック分遅延する1クロックディレイ25と、1クロックディレイ25の出力をさらに1クロック分遅延する1クロックディレイ26と、1クロックディレイ23の出力に対して係数 k_0 を乗算する係数器27と、(1ライン-1クロック)ディレイ24の出力に対して係数 k_1 を乗算する係数器28と、1クロックディレイ25の出力に対して係数 k_2 を乗算する係数器29と、1クロックディレイ26の出力に対して係数 k_3 を乗算する係数器30と、各係数器27、28、29、30の出力を加算しその加算信号(累積誤差信号) e を前記加算器21に供給する加算器31とを具備している。

【0023】図3において入力信号 P は、小数点以上が N ビット、小数点以下が L ビットの2進符号で表されるものとする。以下の説明では、このような状態を精度が $N+L$ ビットであると表す。また、出力信号 P' は M ビットの整数値の2進符号で表されるものとする。ただし $M < N$ である。入力信号 P に対し、加算器21において

値であっても、 G'' 、 B'' 、 R'' 信号を表示した場合の輝度は、式(1)～(5)から、

【数1】

加算器31から出力された累積誤差信号 e が加算される。累積誤差信号 e については後述する。加算器21の出力もまた入力信号 P と同じく $N+L$ ビットの精度を持つものとする。加算器21の出力はビット分割器22に入力される。

【0024】ビット分割器22では $N+L$ ビットの入力のうち、上位から M ビットを出力信号 P' として、残りの下位 $\{(N-M)+L\}$ ビットを誤差信号 e' として出力する。すなわち、ビット分割器22は入力信号 P の下位ビットを切り捨てて出力信号 P' として出力し、入力信号 P に対する出力信号 P' の誤差を誤差信号 e' として出力している。誤差信号 e' は1クロックディレイ23および(1ライン-1クロック)ディレイ24に入力される。(1ライン-1クロック)ディレイ24の出力は1クロックディレイ25に、1クロックディレイ25の出力は1クロックディレイ26に順次入力される。1クロックディレイ23の出力は係数器27に、(1ライン-1クロック)ディレイ24の出力は係数器28に、1クロックディレイ25の出力は係数器29に、および1クロックディレイ26の出力は係数器30にそれぞれ入力される。

【0025】係数器27ではその入力に係数 k_0 を、係数器28では係数 k_1 を、係数器29では係数 k_2 を、係数器30では係数 k_3 を各々乗じて出力とする。各係数器27、28、29、30の出力は加算器31においてすべて加算され、累積誤差信号 e となる。前述のように累積誤差信号 e は加算器21において入力信号 P に加算される。

【0026】ここで、各係数 k_0 、 k_1 、 k_2 、 k_3 は、ほぼ

$$k_0 + k_1 + k_2 + k_3 = 1 \quad \dots(7)$$

となるよう選ぶものとする。図3の回路では誤差信号 e' は、割合 k_0 で右隣の画素へ、割合 k_1 で左下の画素へ、割合 k_2 で真下の画素へ、割合 k_3 で右下の画素へそれぞれ拡散されることになる。この状況を図3右下の略図に記す。また、入力信号 P のある画素についてみれば、左隣の画素で生じた誤差が割合 k_0 で、右上の画素の誤差が割合 k_1 で、真上の画素の誤差が割合 k_2 で、左上の画素の誤差が割合 k_3 で累積されて累積誤差信号 e となり、この累積誤差信号 e が入力信号 P に加算されることになる。この状況を図3左下の略図に記す。累積誤差信号 e もまた誤差信号 e' と同様に $\{(N$

$-M) + L\}$ ビットの精度を持つ。

【0027】<全体動作>次に、図4乃至図8を用いて図1、図3の回路の動作を説明する。

【0028】表示装置には、図4(a)のように各1画素毎にG、B、Rの3色をすべて発光する画素配列を有するものと、図4(b)などのように1画素毎にG、B、Rのいずれかを発光する画素配列を有するものがある。図1の回路は図4(a)、(b)のいずれの装置にも利用可能であるが、図4(a)の装置により適合する。そこで以下の説明は、図1の回路を図4(a)の表示装置に対して適用するものとする。

【0029】いま、図3の誤差拡散回路に入力信号Pとして図5のような値を持つG、B、Rいずれかの画像信号が直接入力された場合を考える。図5はより大きな画素の1部分を抜き出したものであり、図5のxは水平方向の座標、yは垂直方向の座標を表している。図の画像は $x=0$ 、 $y=0$ を境として、それより左、またはそれより上の画素はすべて信号値が $2n$ (n は整数)、それより右でかつ下の画素はすべて信号値が $2n+1$ であることを意味している。

【0030】図5の画像に対する図3の回路の動作例を図6に記す。ここで、係数 k_0 等は、例えば、 $k_0=1/2$ 、 $k_1=k_2=1/4$ 、 $k_3=0$ とする。P(=G、B、Rのいずれか)は0~255の整数値であるので図3のNは $N=8$ である。一方、出力信号P'は128階調、すなわち $M=7$ とする。また、回路の各部はすべて $1/16$ までの演算精度を持ち、 $1/16$ 以下の値は切り捨てられるものとする。すなわち $L=4$ であり、回路の他の部分もこれに見合ったビット数を有するものとする。ただし、この例では入力信号Pは整数値であるので、入力信号Pの小数点以下の4ビットは常にゼロである。また、この場合、累積誤差信号eおよび誤差信号e'は $\{(8-7)+4\}=5$ ビットの精度を持つ。

【0031】図6の値は、座標(x, y)の画素における図3の加算器21内部の下位ビットの加算結果を16倍した値を示している。16倍しているのは、記述の簡単化のため少数点以下4ビットの値を整数値として表すためである。入力信号Pはこの例では整数値であるので、下位5ビットは16倍した値では0または16である。また、累積誤差信号eは0~31の値を持ち得る。従って加算結果は0から47の値をとりえる。値が32以上となった場合は上位ビット(この場合は上位から7ビット目)に対してキャリーが加算され、加算器21の下位5ビット出力は $\{(加算結果)-32\}$ となる。図6においてはキャリーを生じる場合を矢印で記している。矢印の左の数値は加算結果であり、右の数値は32を引いた値である。また、 $x=0$ または $y=0$ の座標における加算結果はすべてゼロである。これは、図5の画像では、 $x<0$ 、 $y<0$ において誤差が全く発生しないためである。たとえ $x=0$ 、 $y=0$ の左方あるいは上方

のある程度離れた位置に誤差を生じするような画像レベル($M=7$ であれば奇数の信号値)が存在したとしても、一般に誤差拡散回路は有限の演算精度を持っているため、ある程度誤差を生じない画像レベルが連続すると、累積誤差信号eは拡散の繰り返しにより次第に小さな値となって、ついには切り捨てられてゼロとなる。この様に、加算結果が連続的にゼロになることは一般画像においても珍しいことではない。以上の規則やパラメータの値に従って計算すると、加算結果は図6のような値となる。例えば、図6の $x=3$ 、 $y=2$ の欄については、 $x=2$ 、 $y=2$ の欄の値が10、 $x=3$ 、 $y=1$ 、 $x=4$ 、 $y=1$ の欄の値が各々28、30であるので、

【数2】

$$e = 10/2 + 28/4 + 30/4 = 5 + 7 + 7 = 19$$

(加算結果) = $e + (P \text{ の下位5ビット})$

$$= 19 + 16 = 35 \rightarrow 3$$

となる。他の欄も同様に計算できる。

【0032】さて、 $2n+1$ の信号レベルの上位7ビットは $2n$ である。従って、図6においてキャリーが発生しない画素では $P'=2n$ 、発生する画素ではキャリーが加算されて $P'=2n+2$ となる。出力信号P'を画面に表示した場合の画像を図7に示す。図の○の画素が $P'=2n+2$ となる画素であり、他の画素は $P'=2n$ である。また、図の点線は、本来 $2n+1$ のレベルが表示されるべき画素のうち図6に計算結果を示した画素の範囲を示している。図を見ると、点線内では平均的にみて $2n+1$ のレベルがほぼ一様に表示されており、誤差拡散回路の効果がわかる。

【0033】ところで、人間の視覚特性におけるWeber-Fechnerの法則によれば、2つの光の明るさが近い場合、それに対する明るさ感覚の差は明るさの比に比例する。図7において、例えば $2n=128$ であれば $(2n+2)/2n=65/64$ であり、レベル間の比が小さいので、図7の画像を観視する人間には一様な画像のレベルが緩やかに変化しているように感じられる。しかしながら、画像の暗部ではこの比が大きくなる。例えば $2n=2$ であれば $(2n+2)/2n=2$ と画素間のコントラストは2倍となり、図7の画像はもはや一様な画像とは感じられなくなる。実験した結果においても、画像の暗部では図7のようなドットパターンがそのまま見えてしまい、むしろ画質妨害として感じられることがわかった。特に、ほぼ完全な暗部、すなわち信号値が $2n=0$ 、 $2n+1=1$ であり、しかもその1のレベルがG信号やR信号の様な特定の色に生じる場合に最も目立ちやすい。図1に示した回路はこの現象を緩和し、暗部における特定の色のドットパターンをみえにくくする効果を有している。

【0034】いま、図1の回路に例として、画面の全部でB、R信号はゼロ、G信号は図5において $n=0$ である画像が入力されたものとする。つまり、入力画像は

G (緑) 信号の単色画像で、かつG信号も $x > 0$, $y > 0$ のみレベルが1という非常に暗い画像である。この様な画像は、一般画像でも非常に暗い画像において時折みられ、また、無彩色である黒の画像がレベル偏差のあるアナログ回路を通ったときなどにも生じることがある。この場合における図1の各部の信号値を求める。このとき、図1の回路の各部は図3の回路と同様にすべて

$$Y = K_G \times 1 + K_B \times 0 + K_R \times 0 = 3/4 \quad \dots(8)$$

$$\alpha = 3/4 \times (1/8) = 1/16 \quad \dots(9)$$

$$\begin{aligned} G'' &= 1/16 \times 1 + (1 - 1/16) \times 3/4 \\ &= 1/16 + 11/16 = 12/16 \quad \dots(10) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B'' = R'' &= 1/16 \times 0 + (1 - 1/16) \times 3/4 \\ &= 11/16 \quad \dots(11) \end{aligned}$$

となる。図1の回路では、式(10)、(11)の値が誤差拡散回路2, 3, 4に各々入力される。図3の回路の入力信号値Pのみが式(10)、(11)の値に変わったものとして、図6と同様に図3の回路の動作を計算すると、G'' 信号については図8となり、B'' 信号、G'' 信号については図9となる。図表の記法は図6と同様である。

【0035】図7と同様に、図8、図9から得られる表示画像を図示すると図10のようになる。図の◎はG, B, Rのすべての色がレベル2、すなわち $G' = B' = R' = 2$ で発光している画素であり、同様に○はGのみが、△はB, Rの2色がレベル2で発光している画素で

$$YD = 0.701G' + 0.087B' + 0.212R' \quad \dots(12)$$

により各画素の表示されている輝度YDを計算すると、

$$\textcircled{\bullet}: YD = 0.701 \times 2 + 0.087 \times 2 + 0.212 \times 2 = 2.0$$

$$\textcircled{\circ}: YD = 0.701 \times 2 = 1.4$$

$$\Delta: YD = 0.087 \times 2 + 0.212 \times 2 = 0.6$$

となる。図7の画像は○の画素のみによって構成されている。これに対して図10の画像は輝度の階調が2.

0, 1.4, 0.6の3段階で表示されており、特に△の画素により単独の画素としても輝度の中間調が表示されている。さらに、図10においては色の異なる○や△の画素が空間的によく混じり合っている。人間の視覚特性によれば、色度の空間周波数特性は明暗の特性に比べて狭帯域であるため、図10の画像における画素の色の違いは、視覚的にかなり判別しにくい。このため、適正な視距離で図10の画像を観視すると、全体としては自然な階調の無彩色画像が観視され、図7のような特定の色のドットパターンは検知されない。また、光源色では輝度が非常に低く彩度(飽和度)の高い色が存在するが、物体色ではそのような色は通常希である。一般にテレビジョン等の画像システムでは物体色を表示することが圧倒的に多いので、本実施の形態のように輝度の非常に低い画像部分の彩度を低下させても、画像を見たときの不自然感はほとんどない。これらの理由から、図1の回路により、誤差拡散回路を単独で用いたときの画質妨害を緩和させて、表示される総合的な画質を改善することができる。

1/16までの演算精度を持つものとする。また、図2のパラメータYthは、Yth=8とする。従って、図2の特性から $Y < 8$ では $\alpha = Y/8$ である。前述の図1の回路の動作から、 K_G , K_B , K_R を式(2)の値としたとき、 $x > 0$, $y > 0$ において、

【数3】

ある。他の画素は、全く発光していない $G' = B' = R' = 0$ の画素である。誤差拡散回路のみによる表示画像の図7と、図1の実施の形態による表示画像の図10を比較すると、図10の方がドットパターンがよりランダム化されている状況が明らかである。実験結果においても、図1の回路による表示画像の方がドットパターンによる画質妨害がより目立ちにくい。

【0036】図10のパターンが目立ちにくい1つの理由として、各画素の輝度を計算すると以下のようなになる。すなわち、正しい輝度の計算式

【数4】

【0037】<他の実施の形態>次に、図11乃至図14により本発明の他の実施の形態を説明する。以下では、本発明を、前述した図4(b)に示すような1画素毎にG, B, R信号のいずれかを発光する画素配列を有する表示装置に適用する場合を考える。

【0038】図11は、かかる画素配列を有する場合における入力G, B, R信号から表示装置にいたる回路系統図の一例を示している。

【0039】図示のように、この回路は、疑似階調作成回路100と、画素間引き回路33と、表示装置34とから成る。入力されるG, B, R信号は疑似階調作成回路100によって表示装置34で表示可能な G' , B' , R' 信号に変換される。この疑似階調作成回路100としては図1の回路がそのまま使用できる。

【0040】疑似階調作成回路100から出力される G' , B' , R' 信号は3色とも全画素分の画素数を持っているので、図4(b)の画素配列に適合するように画素間引き回路33によって画素を間引く処理が実行される。この画素間引き回路33は信号の詳細なタイミングに応じたラッチ等により実現容易である。その動作内容は原理的に自明であり、また、具体的な回路構成は実

際の使用に依じた信号の詳細なタイミングに依存するので、回路例は省略する。

【0041】図4(b)に示す画素配列は、水平2画素、垂直2画素の4画素、すなわち図のG1, G2, B, R画素を1組として、その繰り返しにより構成されている。G1, G2は色は同じG(緑)の色の画素であるが、位置の違いを考慮して呼び分けるものとする。図11の画素間引き回路33では、これらの4画素が1組として間引かれて出力される。画素間引き回路33の出力であるG, B, R信号を入力したG, B, R信号と区別するためG1', G2', BB', RR'信号と呼ぶ。これらが表示装置34に送られ、そのまま表示される。

【0042】表示装置34に同時に入力されるG1', G2', BB', RR'信号の画面上での配置の例を、図11内右上に示す。ここで、G1', G2', BB', RR'信号の各画素は1画素おきかつ1ラインおきにしか存在しない。このため、画素間引き回路33以前の疑似階調作成回路100等がクロック周波数 f_s のデジタル回路で実現されるとすれば、間引き回路33以後に挿入される回路はクロック周波数 $f_s/2$ 、あるいは画素間引き回路33にラインバッファを利用すれば $f_s/4$ で実現できる。

【0043】以上の図11の構成を回路規模の観点から検討すると以下のように考えられる。

【0044】疑似階調作成回路100で3色とも全画素分の疑似階調作成処理を行っているにも関わらず、画素間引き回路33で画素が間引かれるため、処理結果の1/3の画素しか実際には表示されない。従って図11の回路構成は回路規模的にかなり冗長である。この冗長性を削除し、回路全体を経済的に構成するためには、例えば回路構成を図12のようにすればよい。

【0045】図12の構成は、入力されるG, B, R信号に対して画素間引きを行う画素間引き回路33と、低輝度無彩色化回路35、G1, G2誤差拡散回路36、B誤差拡散回路37、およびR誤差拡散回路38からなる疑似階調作成回路101とから成っており、G, B, R信号に対してまず画素間引きを行ってから疑似階調作成処理を行い、その結果であるG1', G2', BB', RR'信号を表示装置34に表示するようにしている。この場合においても、表示装置34に同時に入力されるG1', G2', BB', RR'信号の画面上での配置は、例えば図11と同様である。

【0046】このとき、誤差拡散回路36, 37, 38は、図3と同様な回路で実現できる。誤差拡散処理は同じ色の画素のみで行われる必要がある。従って、B用の誤差拡散回路37、R用の誤差拡散回路38については、係数 k_0, k_1, k_2, k_3 を誤差に乘じる画素が累積誤差信号 e に対して画面上で図13(b)の位置関係となる必要がある。このような回路は、図3において1クロックディレイ23, 25, 26、及び(1

ライン-1クロック)ディレイ24の各ディレイ量を図13(b)に合わせて変更するだけで実現できる。G1, G2用の誤差拡散回路36については、同様に、係数 k_0, k_1, k_2, k_3 を誤差に乘じる画素が累積誤差信号 e に対して画面上で図13(a)の位置関係となる必要がある。このような回路は、例えば、図3の回路をG1, G2用に1組ずつ設け、係数 k_1, k_2, k_3 を乘じる画素が図13(a)の位置関係となるように、G1, G2の回路間を相互に接続すれば実現できる。より具体的には、G2の誤差信号 e' を適当にディレイさせたのち係数 k_1, k_2, k_3 を乘じてG1画素に加算し、G1の誤差信号 e' を適当にディレイさせたのち係数 k_1, k_2, k_3 を乘じてG2画素に加算する。その他の動作内容は図3と全く同様であり、また、具体的な回路構成は実際の用途に応じた信号の詳細なタイミングに依存するので、回路例は省略する。

【0047】さて、誤差拡散回路36, 37, 38の動作は基本的には図3の回路と同様であるため、画像の暗部に図7と同様なドットパターンが現れることも同様である(ただし、画像の色により図13(a), (b)の係数配置に応じて、図7のパターンが空間的に広がって見える)。従って、図1の回路と同様に、ドットパターンによる画質妨害を避けるためには、図12の構成においても低輝度無彩色化回路35が必要である。

【0048】《低輝度無彩色化回路35》図12に示した低輝度無彩色化回路35として好適な具体的回路構成例を図14に示す。

【0049】この図に示す低輝度無彩色化回路35は、2つの K_G 係数器41, 42と、 K_B 係数器43と、 K_R 係数器44と、4つの加算器45, 46, 47, 48と、1/2係数器49と、G1"信号生成回路50と、G2"信号生成回路51と、BB"信号生成回路52と、RR"信号生成回路53とを備えている。この低輝度無彩色化回路35の入力信号は、図12の画素間引き回路33の出力であるG1, G2, BB, RR信号である。G1信号は K_G 係数器41およびG1"信号生成回路50、G2信号は K_G 係数器42およびG2"信号生成回路51、BB信号は K_B 係数器43およびBB"信号生成回路52、RR信号は K_R 係数器44およびRR"信号生成回路53にそれぞれ入力される。係数 K_G, K_B, K_R の値は、例えば式(2)の値と同一でよい。 K_B 係数器43と K_R 係数器44の出力は加算器45で加算される。加算器45の出力は、加算器46, 47において各々 K_G 係数器41, 42の出力とそれぞれ加算される。加算器46の出力はY1信号としてG1"信号生成回路50に入力される。加算器47の出力はY2信号としてG2"信号生成回路51に入力される。また、加算器46, 47の出力は加算器48で加算され、この加算器48の出力は1/2係数器49において係数1/2が乗じられる。加算器49の出力はY3信号とし

てBB" 信号生成回路52、RR" 信号生成回路53に
入力される。G1" 信号生成回路50、G2" 信号生成
回路51、BB" 信号生成回路52、RR" 信号生成回
路53は各々以下の式により、図14の回路の出力で
あるG1"、G2"、BB"、RR" 信号を生成し出力す
る。

【0050】

【数5】

$$G1" = \alpha 1 \times G1 + (1 - \alpha 1) Y1 \quad \dots(13)$$

$$G2" = \alpha 2 \times G2 + (1 - \alpha 2) Y2 \quad \dots(14)$$

$$BB" = \alpha 3 \times BB + (1 - \alpha 3) Y3 \quad \dots(15)$$

$$RR" = \alpha 3 \times RR + (1 - \alpha 3) Y3 \quad \dots(16)$$

回路50～53は図1の回路9～16と同様にして容易
に実現できる。係数 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 $\alpha 3$ の値は各々Y1、
Y2、Y3の値から決定されるが、図1の場合と同様に
図2の変換特性を利用できる。この回路では、図4

(b)のG1画素とそれに隣接したB、R画素に対応す
る画像信号値からそれらに応じた輝度Y1を、G2画素
とそれに隣接したB、R画素(Y1に用いたのと共通の
B、R)に対応する画像信号値からそれらに応じた輝度
Y2を、輝度Y1と輝度Y2の平均値として輝度Y3を
算出し、それらの値により出力信号G1"、G2"、B
B"、RR"の値を制御している。

【0051】これら図14の回路の詳細な動作や画質的
効果は、図1の回路の場合と同様であるので説明は省略
する。しかし、図14の回路を図12の構成で使用すれ
ば、表示装置が図4(b)のように画素毎にG、B、R
のいずれかを発光する画素配列の場合は、図1の回路と
同様な効果を1/2あるいは1/4のクロック周波数の
デジタル回路で実現でき、経済的に極めて有利であ
る。

【0052】以上、本発明は上述した実施の形態以外の
回路や方法、あるいはパラメータでも利用できる。例え
ば、係数 K_G 、 K_B 、 K_R 、 k_0 、 k_1 、 k_2 、 k_3 等
の各値は他の値でもよい。また、Y信号から係数 α を発
生させる特性も図2に示したものに限定されず、Y信号
の値に対して係数 α の値が単調増加していればよく、例
えばステップ的变化であってもよい。また、回路実現手
段についても他の手段が利用できる。例えば、図14に
おいてはY1信号とY2信号とを加算してY3信号を得
ているが、2つの K_G 係数器41と42の出力を加算
し、その1/2に加算器45の出力を加算してもよい。
また、図11の右上に示したG1'、G2'、BB'、
RR'の位置関係もこれに限定されるものではなく、回
路において同時に処理される4つの信号を表示する画素
が空間的に隣接していれば、図11や図12、図14の
回路はそのまま利用できる。

【0053】また、誤差拡散処理についても、図3以外
の回路や方法で実現してもよい。さらには、図1の誤差
拡散回路2、3、4、および図12の誤差拡散回路3

6、37、38に換えて、空間的な表示密度を変化させ
ることにより疑似的な階調を作成する他の方法、例えば
ディザ法による回路を用いてもよい。さらにまた、空間
的密度を変化させる方法と時間的密度を変化させる方法
の混合的な方法を用いてもよい。

【0054】

【発明の効果】以上説明したように各請求項の発明によ
れば、表示可能な明るさの階調数が比較的少ない画像表
示装置において、画像の輝度が非常に低い部分の彩度を
低下させてから、疑似的階調表示を行うようにしている
ので、疑似的階調表示技術を用いた場合に画像の暗部で
生じることのある特定の色のドット状の画質妨害を目立
たせることなく、表示階調数を増加させることが可能と
なる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る階調表示制御装置の主要構成部分
である疑似階調作成回路の一実施の形態を示す構成図で
ある。

【図2】図1の疑似階調作成回路に使用する特性の一例
を示す説明図である。

【図3】誤差拡散回路の一例を示す構成図である。

【図4】表示装置の画素配列の一例を示す説明図であ
る。

【図5】図1、2の回路の動作を説明するための画像の
一例を示す説明図である。

【図6】誤差拡散回路の動作例を示す説明図である。

【図7】図6から得られる出力信号P'を画面に表示し
た場合の画像を示す説明図である。

【図8】誤差拡散回路の動作例を示す説明図である。

【図9】誤差拡散回路の動作例を示す説明図である。

【図10】図8、図9から得られる出力信号P'を画面
に表示した場合の画像を示す説明図である。

【図11】本発明に係る階調表示制御装置の他の実施の
形態を示す構成図である。

【図12】本発明に係る階調表示制御装置のさらに他の
実施の形態を示す構成図である。

【図13】図12の回路の動作例を示す説明図である。

【図14】本発明の低輝度無彩色回路の他の実施の形態
を示す構成図である。

【符号の説明】

1、35 低輝度無彩色化回路

2、3、4 誤差拡散回路

5 K_G 乗算器

6 K_B 乗算器

7 K_R 乗算器

8、14、15、16、21、31、45、46、4

7、48 加算器

9 α 発生器

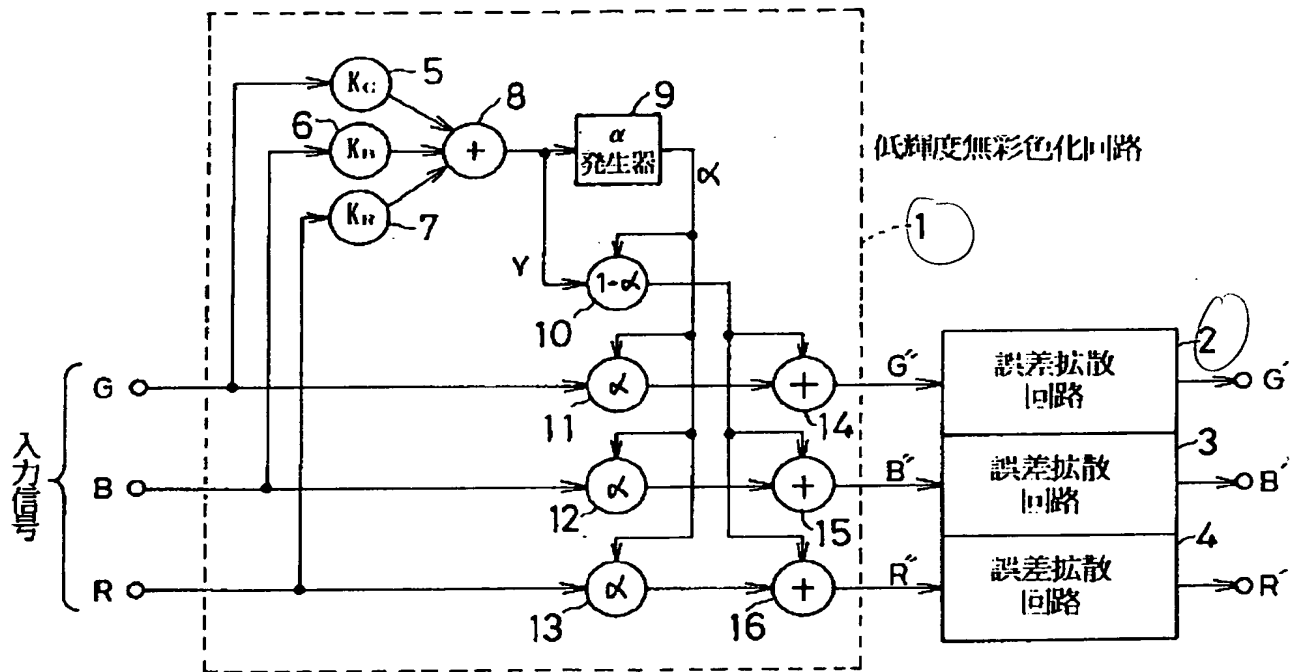
10 $1 - \alpha$ 乗算器

11、12、13 α 乗算器

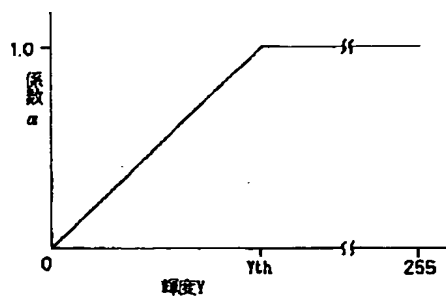
- 22 ビット分割器
 23, 25, 26 1クロックディレイ
 24 (1ライン-1クロック) ディレイ
 27, 28, 29, 30 係数器
 33 画素間引き回路
 34 表示装置
 36 G1, G2 誤差拡散回路
 37 B 誤差拡散回路
 38 R 誤差拡散回路
 41, 42 K_G 係数器
 43 K_B 係数器
 44 K_R 係数器
 49 $1/2$ 係数器
 50 $G1''$ 信号生成回路
 51 $G2''$ 信号生成回路
 52 BB'' 信号生成回路
 53 RR'' 信号生成回路
 100, 101 疑似階調作成回路

【図1】

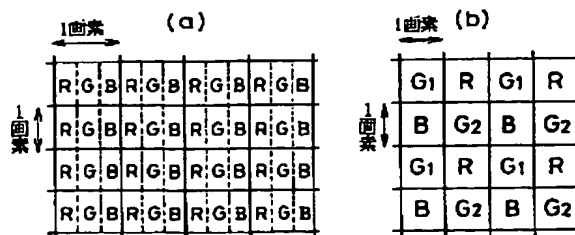
100 疑似階調作成回路



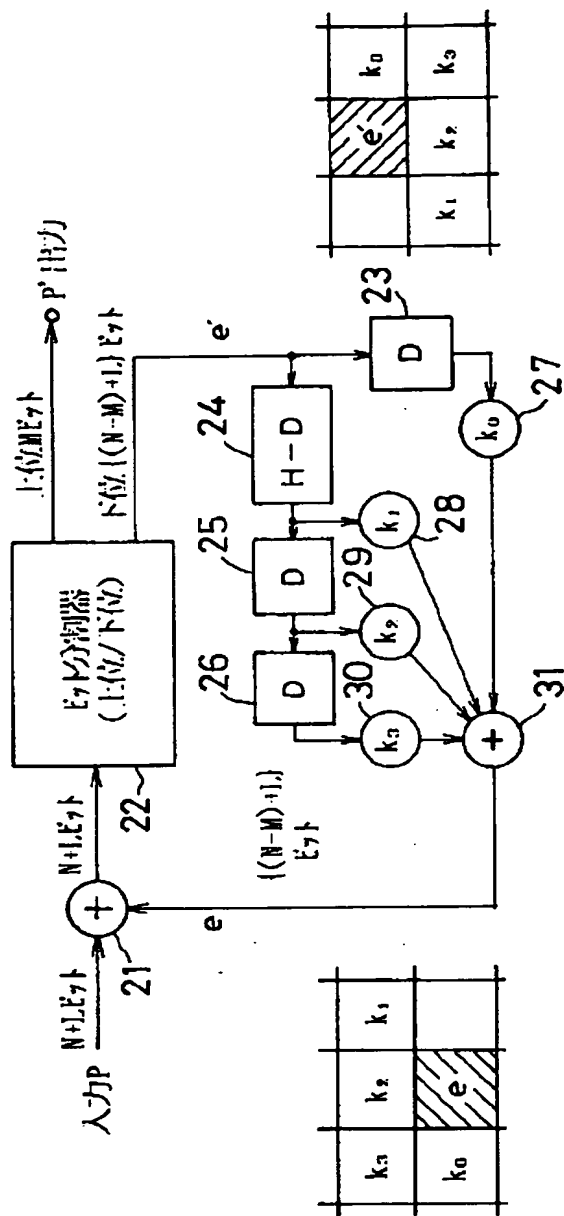
【図2】



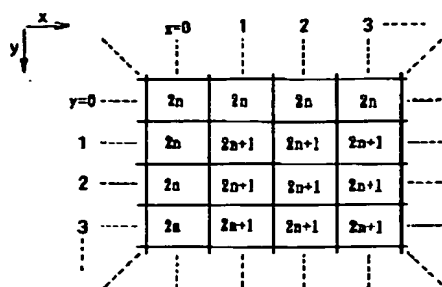
【図4】



【図3】



【図5】



2n, 2n+1: 各画素の番号 (nは整数)

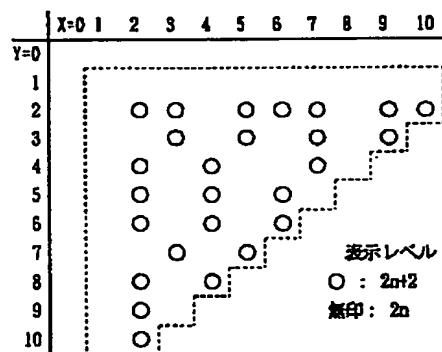
【図6】

	X=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y=0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	16	24	28	30	31	31	31	31	31	31
2	0	28	42-10	35-8	31	45-13	36-4	32-0	30	45-13	36-4
3	0	24	30	38-6	29	34-2	18	32-0	26	33-1	
4	0	29	38-6	27	38-4	22	31	37-5	24		
5	0	24	35-3	24	34-2	29	38-6	26			
6	0	22	33-1	22	34-2	25	35-3				
7	0	21	31	35-4	24	34-2					
8	0	28	38-6	28	35-3						
9	0	24	35-3	23							
10	0	22	32-0								

【図8】

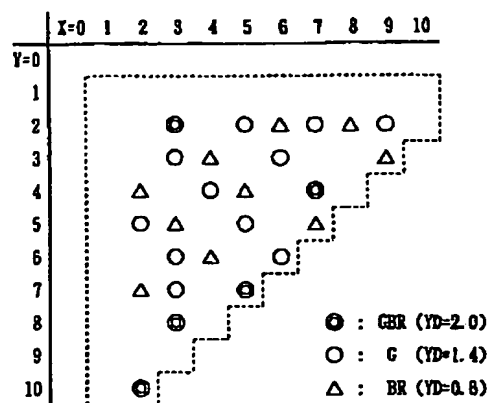
	X=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y=0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	12	18	21	22	23	23	23	23	23	23
2	0	19	30	37-5	24	34-2	23	33-1	22	33-1	22
3	0	23	31	34-2	19	31	32-0	17	25	28	
4	0	24	31	31	38-6	22	27	35-3	26		
5	0	25	38-6	23	30	38-6	21	28			
6	0	19	27	37-5	22	29	38-6				
7	0	22	30	33-1	24	32-0					
8	0	24	31	33-1	18						
9	0	25	31	31							
10	0	25	38-6								

【図7】



表示レベル
○ : 2n+2
無印 : 2n

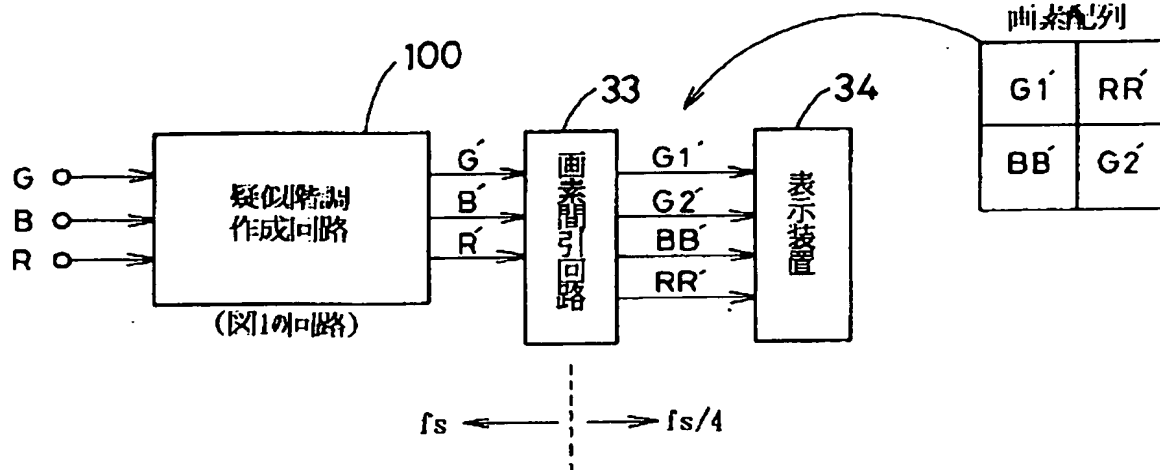
【図10】



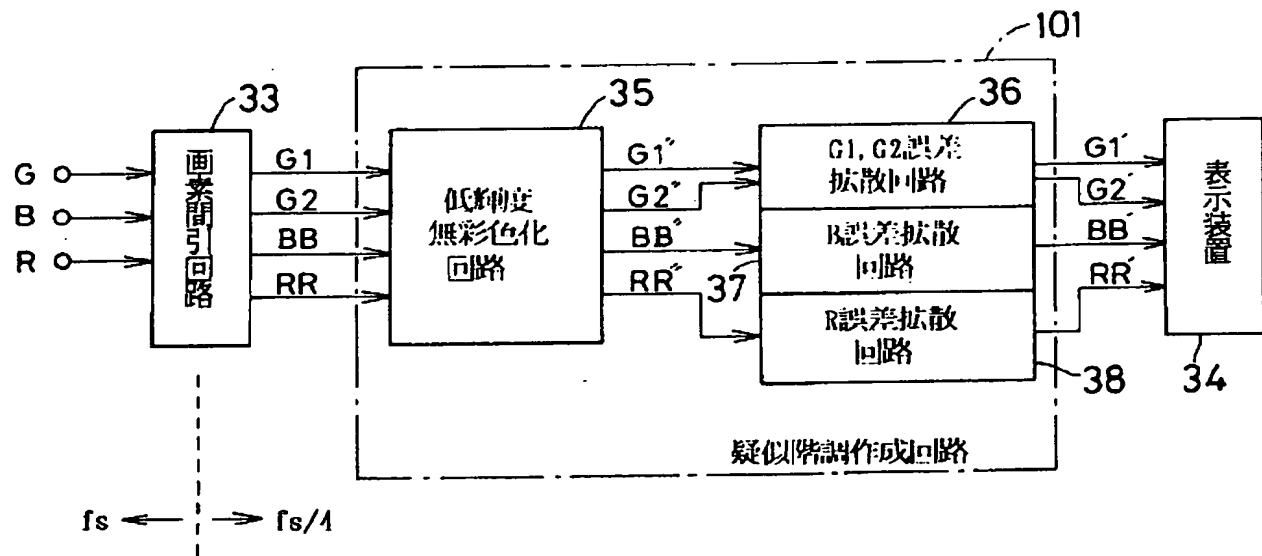
【図9】

	X=0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Y=0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	11	18	19	20	21	21	21	21	21	21
2	0	17	27	33-1	21	31	36-4	23	32-0	22	31
3	0	21	27	29	37-5	21	27	29	30	38-6	
4	0	22	34-2	20	27	35-3	25	37-5	21		
5	0	18	24	34-2	18	28	31	32-0			
6	0	21	27	28	35-3	25	30				
7	0	22	35-3	19	28	37-6					
8	0	18	23	32-0	18						
9	0	20	28	29							
10	0	23	36-4								

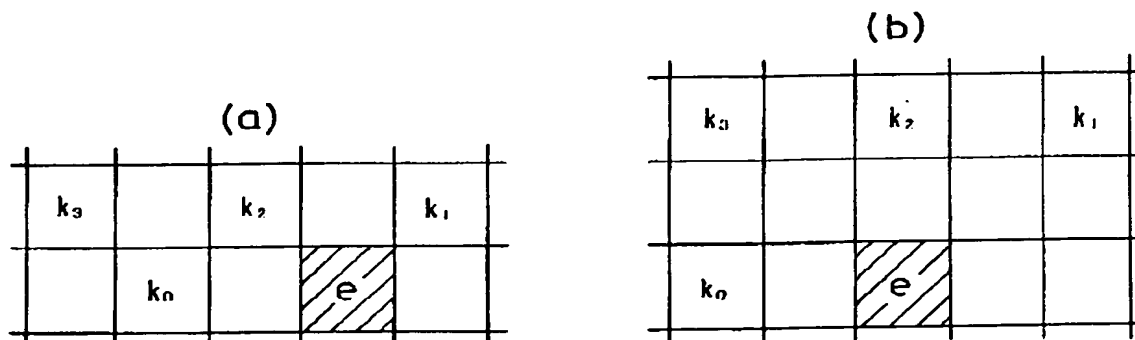
【図11】



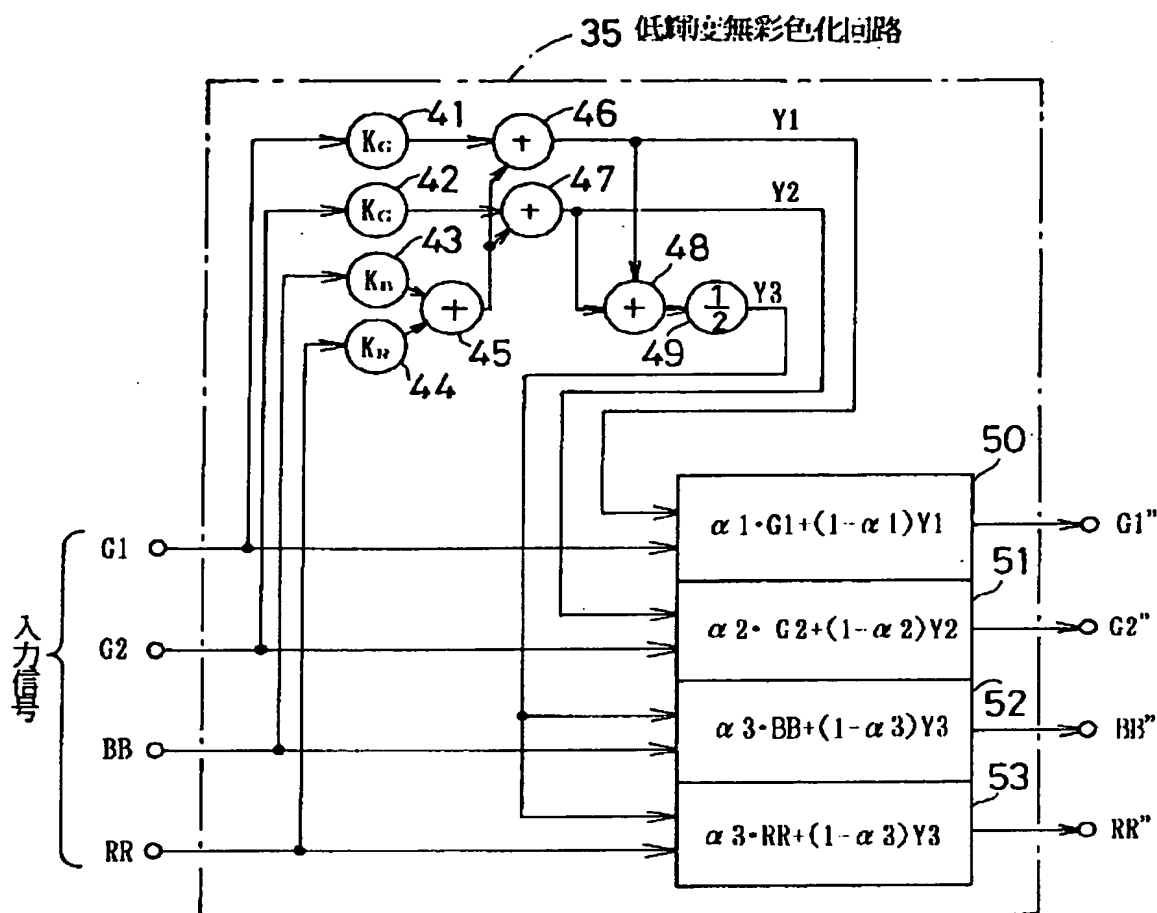
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶H 0 4 N 9/64
9/66

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 4 N 9/66
1/46

技術表示箇所

Z
Z

(72) 発明者 小林 希一

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 国分 秀樹

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 山本 敏裕

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 馬嶋 圭三

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.